

"MODELOS DIGITALES DE ELEVACIÓN (DEM) EN EMERGENCIAS. UNA PROPUESTA FOTOGRAMÉTRICA DE RESPUESTA RÁPIDA"



UNIVERSITAT
POLITÀCNICA
DE VALÈNCIA



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIERÍA GEODÉSICA
CARTOGRÁFICA Y TOPOGRÁFICA

Autor: [Lizzete Bautista Martínez | Tutor: Ángel Marqués Mateu Cotutora: Inés Barbero García
| Máster Universitario en Ingeniería Geomática y Geoinformación

INTRODUCCIÓN

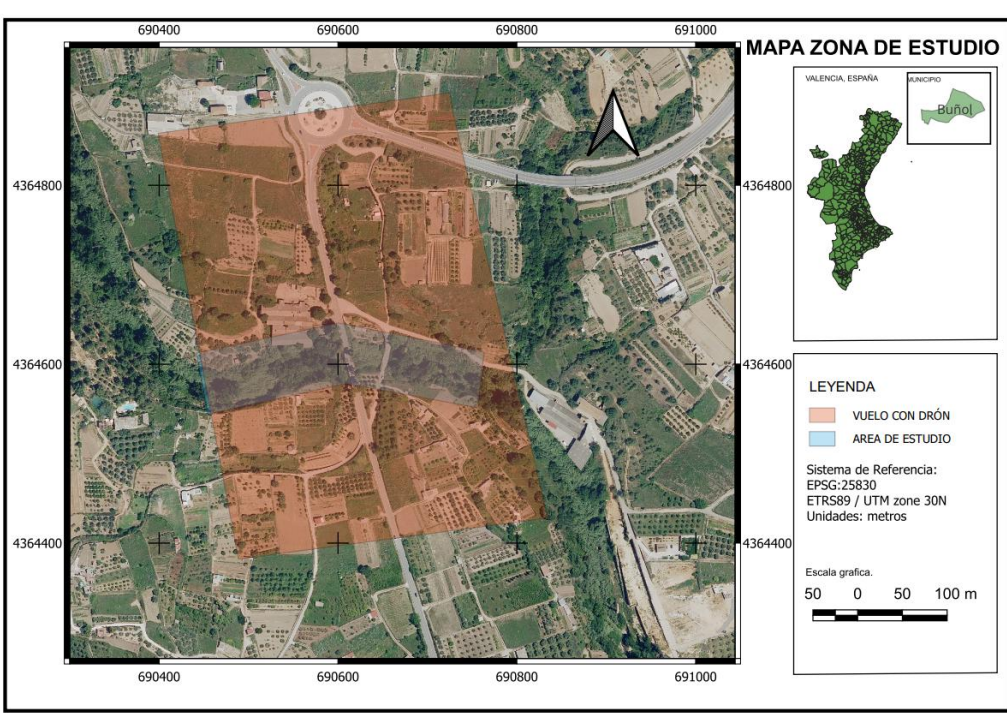
Los desastres naturales generan cambios bruscos en el terreno que dificultan la evaluación rápida de daños. La cartografía derivada de drones constituye una herramienta clave para obtener Modelos Digitales de Elevación (DEM) inmediatamente después de un evento. Este trabajo desarrolla y evalúa tres métodos de generación de DEM post-evento, buscando el mejor equilibrio entre **rapidez y precisión**:

- I. Uso exclusivo de metadatos GNSS/IMU del dron.
- II. Uso de puntos de control en tierra (GCPs).
- III. Uso de puntos de control aproximados derivados de datos geospaciales existentes (IGN-PNOA).

Como caso de estudio, se aplicó la metodología tras la DANA de octubre de 2024 en la Comunidad Valenciana, empleando la técnica DEM of Difference (DoD) para detectar erosión y acumulación de sedimentos.



Figura 1: Imagen captada durante la DANA que afectó a la Comunidad Valenciana el 29 de octubre de 2024 (CNN en español, 2024).



Mapa zona de estudio Buñol, Valencia (Fuente: elaboración propia).

METODOLOGÍA

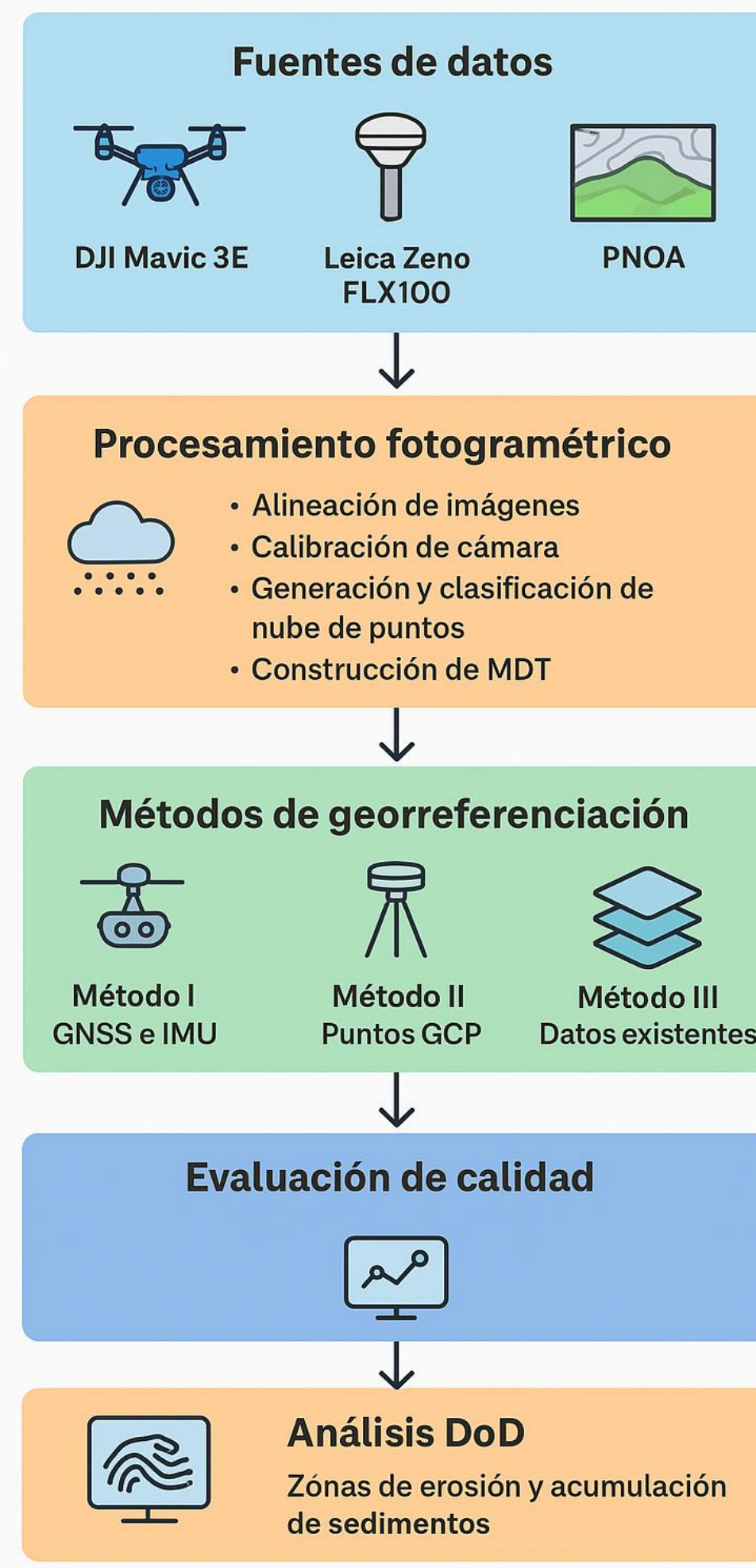
Se diseñó un flujo de trabajo para generar Modelos Digitales del Terreno (MDT) post-evento a partir de vuelos fotogramétricos con dron, empleando como referencia el MDT pre-evento del IGN.

El proceso incluyó: 2 Métodos de georreferenciación

Método I (GNSS e IMU del dron): Se basa únicamente en los metadatos de navegación registrados durante el vuelo.

Método II (Puntos GCP): Utiliza puntos de control en tierra medidos con GNSS de alta precisión para asegurar una georreferenciación.

Método III (Datos existentes): Emplea información geoespacial previa (ortofotos, MDT o cartografía oficial) para generar una **caja de herramientas** en Argis pro que facilita la colocación de puntos de apoyo aproximados, optimizando tiempo y recursos en escenarios donde no es viable el uso de GCPs



RESULTADOS

El análisis **DoD** permitió identificar zonas claras de erosión y acumulación tras la DANA, evidenciando cambios topográficos significativos. Los resultados muestran que la elección del método de georreferenciación influye directamente en la detección y cuantificación de dichos cambios. En conjunto, los métodos comparados reflejan un equilibrio entre rapidez y precisión: mientras el Método II ofrece la mayor exactitud, el Método III se presenta como una alternativa eficiente en situaciones donde la urgencia y las limitaciones logísticas impiden la toma de GCPs en campo.

Resultados de la aplicación de la técnica DoD sobre la ortoimagen de la zona de estudio (Fuente: elaboración propia).



Leyenda

DOD_M1RECLAS...

Value

-1
0
1



Leyenda

DOD_M2RECLAS...

Value

-1
0
1



Leyenda

DOD_M3RECLAS...

Value

-1
0
1

	RMSE [m]	ME [m]	SD [m]
MÉTODO I	3.567	3.478	0.806
MÉTODO II	0.966	0.825	0.512
MÉTODO III	0.908	0.805	0.429

Estadísticos de la evaluación altimétrica de los
Métodos I, II y III (Fuente: elaboración propia.).

	Altura Máxima [m]	Superficie [m²]	Superficie [%]	Volumen [m³]
Método I	-7.29	68	0.75	355.84
Método II	-10.18	6304	68.79	13107.51
Método III	-9.85	4756	52.66	10035.08

Valores de erosión derivados de la diferencia de modelos
digitales del terreno (DoD) (Fuente: elaboración propia).

	Altura Máxima [m]	Superficie [m²]	Superficie [%]	Volumen [m³]
Método I	6.30	184	2.02	777.25
Método II	2.74	56	0.61	84.84
Método III	2.59	116	1.28	175.13

Valores de acumulación derivados de la diferencia de modelos
digitales del terreno (DoD) (Fuente: elaboración propia).

CONCLUSIÓN

Este trabajo demuestra que la fotogrametría con dron es una herramienta eficaz para generar Modelos Digitales del Terreno en contextos de emergencia, combinando rapidez y precisión según el método de georreferenciación empleado. El uso exclusivo de metadatos del dron (Método I) ofrece agilidad, pero menor exactitud, mientras que los GCPs en campo (Método II) garantizan la mayor precisión a costa de más recursos. Como alternativa intermedia, el uso de puntos aproximados a partir de datos existentes (Método III) logra un equilibrio operativo y ha permitido crear una **caja de herramientas práctica** para escenarios donde la rapidez es prioritaria. En conjunto, la metodología propuesta valida el potencial de los drones como apoyo flexible y eficiente en la gestión de desastres.

FUTURAS LINEAS DE DESARROLLO

El procedimiento descrito en este TFM puede ampliarse en distintas direcciones:

- Mejorar el DEM pre-evento, empleando datos de mayor resolución o vuelos específicos con dron.
- Automatizar procesos mediante programación en Python, integrando fotogrametría y SIG.
- Ampliar la herramienta PyNOA, incorporando técnicas de correspondencia de imágenes.
- Explorar soluciones en software libre (FOSS) para reducir la dependencia de licencias comerciales.
- Transferencia a la administración pública, como herramienta de apoyo en la gestión de emergencias.